

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-203453

(43)Date of publication of application : 10.08.1993

(51)Int.Cl.

G01C 19/72  
G02B 6/12

(21)Application number : 04-012469

(71)Applicant : JAPAN AVIATION ELECTRON IND LTD

(22)Date of filing : 28.01.1992

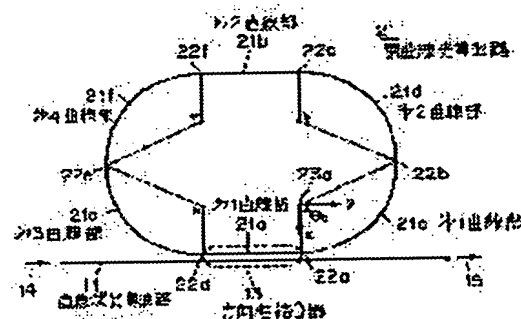
(72)Inventor : KAKO RYOJI

## (54) CLOSED CURVE LIGHT WAVEGUIDE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To achieve a coupling with a linear light waveguide for inputting and outputting at a linear part and moreover, a reduction in mode conversion loss due to a difference in radius of curvature between the linear part and a curved part.

CONSTITUTION: A linear light waveguide 11 for inputting and outputting is coupled to a first linear part 21a and a second linear part 21b is provided parallel away from the first linear part 21a. Each one end of first and second curved parts 21c and 21d is connected to the first and second linear parts 21a and 21b respectively and the other ends thereof are linked to each other. Each one end of third and fourth curved parts 21e and 21f is linked to the respective other ends of the first and second linear parts 21a and 21b and the other ends thereof are linked to each other. The first curved part 21c becomes linear being parallel with the first linear part 21a and continuous thereto at a link point 22a and also becomes linear being parallel with the x axis at a link point 22b. The second-fourth curved parts 21d-21f are made up in the same way with the first curved part 21c.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.10.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2126862

[Date of registration]

10.02.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-203453

(43) 公開日 平成5年(1993)8月10日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 19/72		A 6964-2F		
		L 6964-2F		
G 0 2 B 6/12		C 7036-2K		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平4-12469

(22) 出願日 平成4年(1992)1月28日

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番6号

(72) 発明者 加来 良二

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番6号 日本  
航空電子工業株式会社内

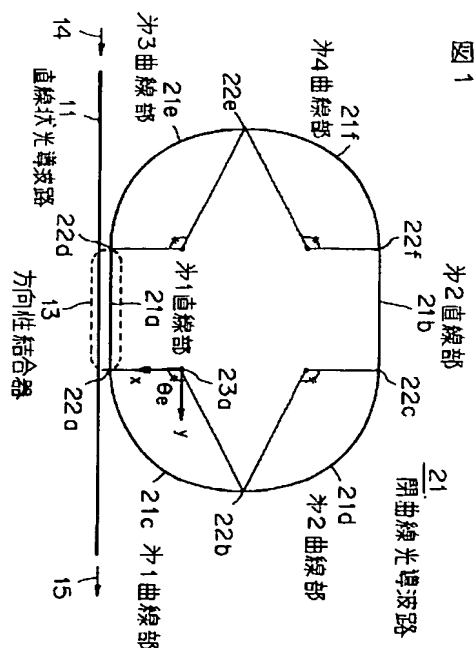
(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

(54) 【発明の名称】 閉曲線光導波路

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 入出力用直線状光導波路との結合を直線部で行い、しかも、その直線部と曲線部との曲率半径の違いによるモード変換損失を低減する。

【構成】 入出力用直線状光導波路11と第1直線部21aが結合され、その第1直線部21aと離れて平行した第2直線部21bが設けられ、第1、第2直線部21a、21bに第1、第2曲線部21c、21dの各一端が連結され、その各他端は互いに連結され、第1、第2直線部21a、21bの各他端に第3、第4曲線部21e、21fの各一端が連結され、その各他端は互いに連結されている。第1曲線部21cは連結点22aで第1直線部21aと平行でこれと連続した直線となり、連結点22bでx軸と平行な直線となり、第2～第4曲線部21d～21fも第1曲線部21cと同様に構成されている。



(2)

特開平5-203453

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入出力用直線状光導波路と結合した閉曲線光導波路であって、

上記入出力用直線状光導波路と平行に近接した第1直線部と、

その第1直線部と平行し、これと離されて設けられた第2直線部と、

これら第1、第2直線部の同一側の各一端とそれぞれ一端が連結され、他端が互いに連結された第1、第2曲線部と、

上記第1、第2曲線部の各他端とそれぞれ一端が連結され、他端が互いに連結された第3、第4曲線部とよりなり、

上記第1乃至第4曲線部は、それぞれその曲線を極座標表示したとき、その角度に対する2階微分が連続し、

かつ、各連結点でその両側部分の各2階微分が互いに連続である、

ことを特徴とする閉曲線光導波路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えばリング共振レーザジャイロのリング共振器に適用され、光導波路で構成され、入出力用直線状光導波路と結合した閉曲線光導波路に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の閉曲線光導波路を図2Aに示す。入出力用の直線状光導波路11に閉曲線光導波路12が結合されている。閉曲線光導波路12の一部は直線部12aとされ、この直線部12aは直線状光導波路11と平行に近接して設けられて両者で方向性結合器13が構成されている。閉曲線光導波路12の他部は円弧部12bとされている。

【0003】 直線状光導波路11の一端に入射された光14は、方向性結合器13でその進行方向に沿って閉曲線光導波路12内を進行するように閉曲線光導波路12へ結合移動する。閉曲線光導波路12に移動した光は閉曲線光導波路12内を周回進行し、方向性結合器13を通る際に一部が直線状光導波路11へ移動して、その他端から光15として出射する。

【0004】 閉曲線光導波路12を複数回光が周回することにより光は多重干渉光となり、強められる部分は一層強められ、弱められる所はますます弱められ、直線状光導波路11からの出射光15はパルス状となる。閉曲線光導波路12にその軸心回りの角速度が印加されると、サニャック効果により、その角速度が閉曲線光導波路12内の光の周回方向と一致していると光の位相が進められ、出射光15のパルス周波数が高くなり、印加角速度が光の周回方向と逆方向の場合は、光の位相が遅らされ、出射光15のパルス周波数が低くなる。従って出射光15のパルス周波数を測定することより、印加角速

2

度を測定することができる。これがリング共振レーザジャイロの原理である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 閉曲線光導波路12の直線状光導波路11との結合部は、その方向性結合器13の設計のし易さから、直線部12aとされ、その他の部分は円弧部12bとされていた。このため、直線部12aと円弧部12bとの接続部16で、直線部12aと円弧部12bとの曲率半径の違いによって、界分布の不整合が起こり、モード変換損失が生じる。このような損失の増加は共振器の感度を示す指標であるフィネス（大きい程感度が良い）の低下を招き、例えばリング共振レーザジャイロに用いた場合にジャイロの性能が低下する。

【0006】 なお、閉曲線光導波路12を真円にすればモード変換はなくなるが、現在の所、この閉曲線光導波路12に光を入射し、また光を出射させることはむづかしい。従って、閉曲線光導波路12に必ず直線部12aを必要としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 この発明によれば、直線状光導波路と近接平行した第1直線部と、これと平行し、これから離れて第2直線部が設けられ、第1、第2直線部の同一側の各一端に4半円弧状の第1、第2曲線部の各一端が連結され、第1、第2曲線部の各他端は互いに連結される。第1、第2直線部の各他端に4半円弧状の第3、第4曲線部の各一端が連結され、第3、第4曲線部の各他端は互いに連結される。これら第1乃至第4曲線部はそれぞれ、その曲線を極座標表示したとき、その角度に対する2階微分が連続し、かつ各連結点でその両側部分の各2階微分が互いに連続である。

【0008】

【実施例】 図1にこの発明の実施例を示す。入出力用直線状光導波路11に、この発明による閉曲線光導波路21が供給される。閉曲線光導波路21は直線状光導波路11と近接平行した第1直線部21aを有し、第1直線部21aと直線状光導波路11とにより方向性結合器13が構成されている。閉曲線光導波路21は第1直線部21aと、これより離れて対向平行した第2直線部21bを備え、第1、第2直線部21a、21bの同一側の各一端にそれぞれ4半円弧状の第1、第2曲線部21c、21dの各一端が連結され、これら第1、第2曲線部21c、21dの各他端は互いに連結される。更に第1、第2直線部21a、21bの各他端にそれぞれ4半円弧状の第3、第4曲線部21e、21fの各一端が連結され、これら第3、第4曲線部21e、21fの各他端は互いに連結される。このように閉曲線光導波路21は、第1、第2直線部21a、21bと第1～第4曲線部21c～21fとから構成されている。

【0009】 この例では、第1、第2直線部21a、2

(3)

特開平5-203453

3

1 bは同一長さとして、かつ、第1～第4曲線部21 c～21 fは互いに同一の大きさの形状とされている。第1曲線部21 cの曲線は、第1直線部21 aと第1曲線部21 cとの連結点22 aを通り、第1直線部21 aと\*

$$r = a(1 - \cos \theta) / 2$$

これはリマソン曲線と呼ばれるものであり、aは任意の定数である。第1、第2曲線部21 c、21 dの連結点22 bにおいて、第1曲線部21 cは第1直線部21 aの延長線と直交するようにされる。つまり、原点23 aを共通の原点とし、第1直線部21 aと平行なy軸をも※10

$$\rho(r^2 + r'^2)^{3/2} / (r^2 + 2r'^2 - rr'') \quad (2)$$

$r'$  :  $\theta$ に関する1階微分、 $r''$  :  $\theta$ に関する2階微分

(1)式を(2)式に代入すると、 $\rho$ 、 $\theta$ の関係は図2 Bに示すようになる。 $\theta = 0$ で $\rho$ は $\infty$ となり、つまりx軸方向の $\theta$ に対する変化率がゼロの第1直線部21 aと平行した直線となる。 $\theta$ の増加とともに $\rho$ は減少し、 $\theta = 111.47^\circ$ で $\theta = a$ となる。この $\theta = a$ が、y軸成分の $\theta$ に対する変化率がゼロとなっている所である。また(2)式は $\theta$ に対する0階乃至2階微分により表せ、一方(1)式は $\theta$ に対する2階微分まで連続であるから、第1曲線部21 cは曲率半径が連続的に変化する。なお、 $\theta$ に対する2階微分が連続であることは $\theta$ に対する0階微分、1階微分もそれぞれ連続したものとなる。

【0012】前述したように、この例では第2～第4曲線部21 d、21 e、21 fは第1曲線部21 cと同一大きさ形状にあるのに対し向きは異なっている。従って、第2曲線部21 dの第1曲線部21 cとの連結点22 bにおいては、第1直線部21 aと直角な方向となり、第1、第2曲線部21 c、21 dの連結点22 bは曲率が円滑に連続する。また第2曲線部21 dの第2直線部21 bとの連結点22 cにおいては、第2直線部21 bと平行となっており、また第2曲線部21 dと第2直線部21 bとの各2階微分が互いに連続し、この連結点22 cも曲率が円滑に連続する。

【0013】同様にして第3曲線部21 eの第1直線部21 aおよび第4曲線部21 fとの各連結点22 d、22 eはそれぞれ曲率が円滑に連続し、また第4曲線部2

4

\*直交する線(x軸)上に原点23 aをもち、そのx軸に対する角度を $\theta$ 、原点23 aからの距離を $r$ とする極座標において、次式で表せる。

【0010】

(1)

※つ直交座標で(1)式を表し、その時のy軸成分の角度 $\theta$ に対する変化率が連結点22 bでゼロになるようにされる。

【0011】一方、曲率半径 $\rho$ は次式で与えられる。

1 fと第2直線部21 bとの連結点22 fも曲率半径が円滑に連続する。以上のように、閉曲線光導波路21においては、その各連結点22 a～22 fで傾き、曲率ともに連続となり、界分布の不整合が生じない、かつ第1～第4曲線部21 c～21 fで曲率半径の不連続が生じないため、モード変換損失が発生しない。しかも直線状光導波路11と第1直線部21 aで結合しているため、その結合を容易に設計通りにさせることができる。

【0014】上述においては第1～第4曲線部21 c～21 fの曲線としてリマソン曲線を用いたが、その他の曲線においても極座標表示で $\theta$ に対する2階微分で、つまり曲率レベルで連続性を満たすものであれば、他の曲線でもよい。

【0015】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば曲線部として $\theta$ に関して2階微分まで連続性がある曲線を用い、かつ、その連結部を相手方と同一方向となり、その連結点でその両側部分の2階微分が連続するようにしてあるため、すべての点で傾き、曲率が連続となり、界分布不整合によるモード変換損失がなくなり、低損失のフィネスが高いリング共振器が得られる。しかも、入出力用直線状光導波路との結合は直線部で行うため、その結合を容易に設計通りのものとする事ができる。

【図面の簡単な説明】

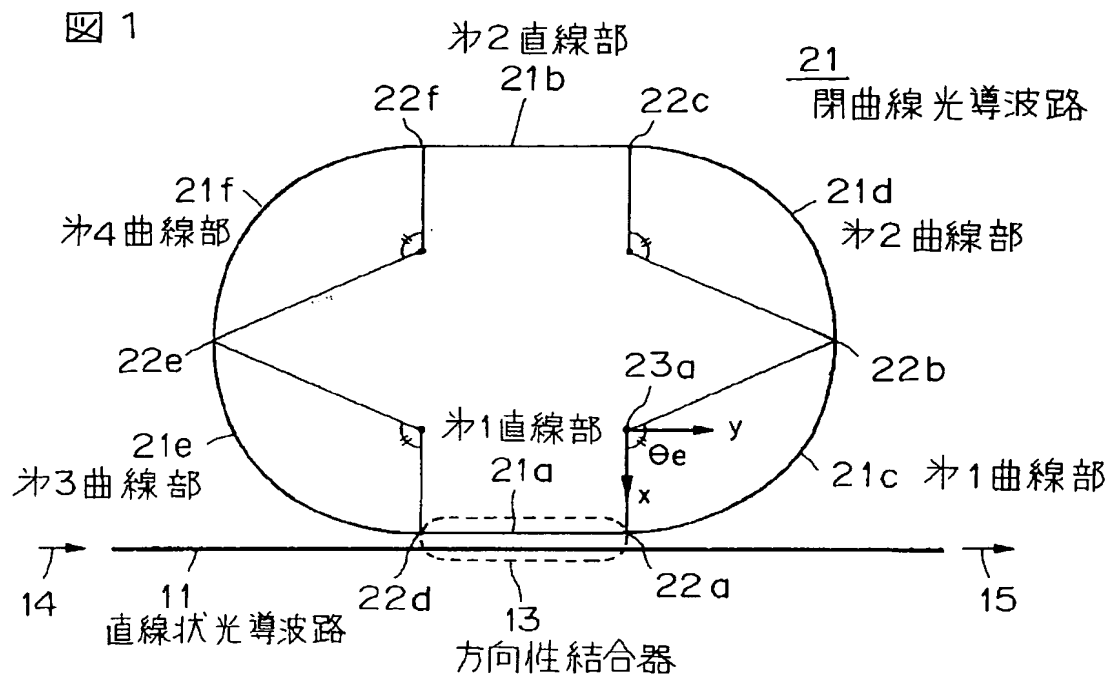
【図1】この発明の実施例を示す平面図。

【図2】Aは従来の閉曲線光導波路を示す平面図、Bは図1の曲線部の $\theta$ と $\rho$ との関係を示す図である。

(4)

特開平5-203453

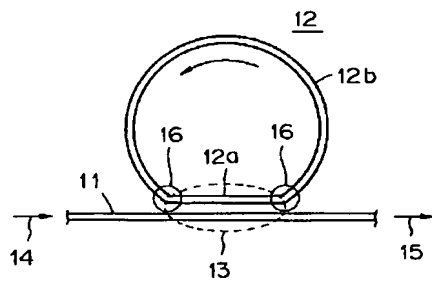
【図1】



【図2】

図 2

A



B

